

DERWENT-ACC-NO: 1986-097235

DERWENT-WEEK: 198615

COPYRIGHT 2006 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Permanent magnet material, used in electric devices,  
acoustic prods. - prepd. by melting raw materials into  
alloy, grinding in magnetic field and sintering

----- KWIC -----

Basic Abstract Text - ABTX (1):

A permanent magnet material is made of the sintered body of an alloy of the formula  $R_1\text{-}\alpha\text{-}\beta\text{-}\gamma\text{-}\delta\text{-}\text{Fe}\text{-}\alpha^X\text{-}\beta^Z\text{-}\gamma\text{-}\text{Ca}\text{-}\delta$  or  $R_1\text{-}\alpha\text{-}\beta\text{-}\gamma\text{-}\delta\text{-}(\text{Fe}_{1-\epsilon}\text{M}_\epsilon)\text{-}\alpha^X\text{-}\beta^Z\text{-}\gamma\text{-}\text{Ca}\text{-}\delta$ , where R is at least one rare earth elements, X is at least one of Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo and W, M is at least one of Co, Ni and M, Z is at least one of B, C, N, Si and P,  $\alpha$  between 0.60 and 0.85,  $\beta$  is not more than 0.10,  $\gamma$  is less than 0.15,  $\delta$  is not more than 0 and 0.05, and  $\epsilon$  is between 0.01 and 0.15. The material is obtd. by a method in which raw materials are weighed in given proportions and melted into an alloy, ground, moulded by pressing in a magnetic field, and then sintered.

Source Flag - PASF (1):

N

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭61-42102

⑪ Int.Cl.<sup>4</sup>

H 01 F 1/08  
C 22 C 38/00

識別記号

庁内整理番号

7354-5E  
7147-4K

⑬ 公開 昭和61年(1986)2月28日

審査請求 未請求 発明の数 2 (全7頁)

⑭ 発明の名称 永久磁石材料

⑮ 特 願 昭59-163253

⑯ 出 願 昭59(1984)8月1日

⑰ 発 明 者 安 保 武 志 名古屋市名東区平和が丘3丁目14  
⑰ 発 明 者 古 谷 嵩 司 知多市梅ヶ丘2丁目108番地  
⑰ 発 明 者 吉 川 紀 夫 東海市加木屋町南鹿持18番地  
⑱ 出 願 人 大同特殊鋼株式会社 名古屋市南区星崎町字繰出66番地  
⑲ 代 理 人 弁理士 小 塩 豊

明 細 書

1. 発明の名称

永久磁石材料

2. 特許請求の範囲

(1) 式、 $R_{1-\alpha-\beta-\gamma-\delta}Fe_{\alpha}X_{\beta}Z_{\gamma}Ca_{\delta}$ で表わされ、Rが希土類元素の1種または2種以上、XがTi, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, Wの1種または2種以上、ZがB, C, N, Si, Pの1種または2種以上であり、

$0.60 \leq \alpha \leq 0.85$ 、

$0 \leq \beta \leq 0.10$ 、

$0 \leq \gamma < 0.15$ 、

$0 \leq \delta \leq 0.05$ 、

なる組成の母合金を粉砕・成形・焼結する工程において、前記粉砕前あるいは粉砕後に、前記母合金に対して2～8重量%のNdCo<sub>2</sub>またはNdCo<sub>2</sub>B<sub>2</sub>を単独もしくは複合で添加したことを特徴とする永久磁石材料。

(2) 式、 $R_{1-\alpha-\beta-\gamma-\delta}(Fe_{1-\epsilon}M_{\epsilon})_{\alpha}X_{\beta}Z_{\gamma}Ca_{\delta}$ で表わされ、Rが希土類元素の1種または2種以上、MがCo, Ni, Mnの1種または2種以上、XがTi, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, Wの1種または2種以上、ZがB, C, N, Si, Pの1種または2種以上であり、

$0.60 \leq \alpha \leq 0.85$ 、

$0 \leq \beta \leq 0.10$ 、

$0 \leq \gamma < 0.15$ 、

$0 \leq \delta \leq 0.05$ 、

$0.01 \leq \epsilon \leq 0.15$ 、

なる組成の母合金を粉砕・成形・焼結する工程において、前記粉砕前あるいは粉砕後に、前記母合金に対して2～8重量%のNdCo<sub>2</sub>またはNdCo<sub>2</sub>B<sub>2</sub>を単独もしくは複合で添加したことを特徴とする永久磁石材料。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は、家庭電化製品、音響製品、時計部

品、自動車部品、精密機器等々の永久磁石を用いる広範囲な用途に使用することができる永久磁石材料に関し、とくに希土類系の永久磁石材料に関するものである。

(従来技術)

近年、永久磁石材料における最大エネルギー積 $((BH)_{max})$ の向上はかつてのアルニコ系磁石材料等のそれに比べて著しいものがあり、とくに家庭電化製品、音響製品、時計部品、自動車部品、精密機器等々の小型軽量化および高性能化等に大きく貢献している。

従来、このような優れた特性の永久磁石材料としては希土類-コバルト系磁石が代表的なものであり、その最大エネルギー積 $((BH)_{max})$ はかなり高い値を示している。しかし、最大エネルギー積 $((BH)_{max})$ をさらに向上させるための研究はいぜんとして続けられ、一部では他の成分系の希土類磁石の開発も進んでおり、なかには希土類-鉄系の磁石材料についての開発も行われている。そして、この希土類-鉄系の磁石材料におい

ても磁気特性をさらに改善することが望まれていた。

(発明の目的)

この発明は上述した従来の要望に着目してなされたもので、母合金に対して適量の $NdCo_2$ または $NdCo_2B_2$ を単独もしくは複合で添加することによって焼結後に高密度が得られるようにし、残留磁束密度 $(Br)$ 、保磁力 $(BH_c, 1H_c)$ および最大エネルギー積 $((BH)_{max})$ をより優れたものとするのできる希土類系の永久磁石材料を提供することを目的としている。

(発明の構成)

この発明の第1発明による永久磁石材料は、一般式、 $R_{1-\alpha-\beta-\gamma-\delta}Fe_{\alpha}X_{\beta}Z_{\gamma}Ca_{\delta}$ で表わされ、Rが希土類元素の1種または2種以上、XがTi, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, Wの1種または2種以上、ZがB, C, N, Si, Pの1種または2種以上であり、

$$0.60 \leq \alpha \leq 0.85,$$

$$0 \leq \beta \leq 0.10,$$

$$0 \leq \gamma < 0.15,$$

$$0 \leq \delta \leq 0.05,$$

なる組成の母合金を粉砕・成形・焼結する工程において、前記粉砕前あるいは粉砕後に、前記母合金に対して2~8重量%の $NdCo_2$ または $NdCo_2B_2$ を単独もしくは複合で添加したことを特徴としており、また、この発明の第2発明による永久磁石材料は、一般式、

$R_{1-\alpha-\beta-\gamma-\delta}(Fe_{1-\epsilon}M_{\epsilon})_{\alpha}X_{\beta}Z_{\gamma}Ca_{\delta}$ で表わされ、Rが希土類元素の1種または2種以上、MがCo, Ni, Mnの1種または2種以上、XがTi, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, Wの1種または2種以上、ZがB, C, N, Si, Pの1種または2種以上であり、

$$0.60 \leq \alpha \leq 0.85,$$

$$0 \leq \beta \leq 0.10,$$

$$0 \leq \gamma < 0.15,$$

$$0 \leq \delta \leq 0.05,$$

$$0.01 \leq \epsilon \leq 0.15,$$

であることを特徴としている。

この発明による永久磁石材料は、上記のように、一般式、 $R_{1-\alpha-\beta-\gamma-\delta}Fe_{\alpha}X_{\beta}Z_{\gamma}Ca_{\delta}$ または $R_{1-\alpha-\beta-\gamma-\delta}(Fe_{1-\epsilon}M_{\epsilon})_{\alpha}X_{\beta}Z_{\gamma}Ca_{\delta}$ で表わされるが、式中のRはYを含む希土類元素の1種または2種以上であることを示し、Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Luのうちの1種または2種以上が用いられる。

また、上記一般式において、Feは鉄であり、 $0.60 \leq \alpha \leq 0.85$ の範囲としている。また、この範囲内においてFeの一部をM金属と置換することができ、この金属MとしてはCo, Ni, Mnの1種または2種以上が用いられ、このMの適切な範囲は $0.01 \leq \epsilon \leq 0.15$ である。この理由は、この範囲外としたときに磁気特

性が低下したり、高価なものとなったりするためである。ここで、Feまたは $Fe_{1-x}M_x$ の量が多すぎると、残留磁束密度(B<sub>r</sub>)は向上するものの、保磁力(B<sub>Hc</sub>, I<sub>Hc</sub>)が減少するため、すぐれた最大エネルギー積((BH)<sub>max</sub>)を得がたくなるので、 $\alpha \leq 0.85$ とした。一方、Feまたは $Fe_{1-x}M_x$ の量が少なすぎると残留磁束密度(B<sub>r</sub>)が低くなり、最大エネルギー積((BH)<sub>max</sub>)が減少するので、 $0.60 \leq \alpha$ とした。

さらに、上記一般式において、XはTi, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, Wのうちの1種または2種以上であり、 $0 \leq \beta \leq 0.10$ の範囲としている。また、ZはB, C, N, Si, Pの1種または2種以上であり、 $0 \leq \gamma < 0.15$ の範囲としている。ここで、上記XおよびZは添加しない場合もこの発明に含まれるが、X元素とZ元素とを複合添加することによりX元素の一部が窒化物、炭化物、窒化物、珪化物、燐化物となり、保磁力(B<sub>Hc</sub>, I<sub>Hc</sub>)の

向上および残留磁束密度(B<sub>r</sub>)の温度係数の向上に効果をもたらす。この場合、Xの量が少ないと残留磁束密度(B<sub>r</sub>)の温度係数の向上は小さいため、添加する場合は $0.01 \leq \beta$ とするのがより望ましい。しかし、Xの量が多すぎると前記窒化物、炭化物、窒化物、珪化物、燐化物等の形成量が多くなり、磁気特性が劣化するので、 $\beta \leq 0.10$ とする必要がある。また、上記Zは希土類系磁石、たとえばNd-Fe系磁石のキュリー点を常温程度から300℃以上に昇温させる効果を有するものであるが、Zの量が多すぎると保磁力(B<sub>Hc</sub>, I<sub>Hc</sub>)および残留磁束密度(B<sub>r</sub>)が減少し、すぐれた最大エネルギー積((BH)<sub>max</sub>)が得られなくなるので、 $\gamma < 0.15$ とした。

さらにまた、Caはカルシウムであり、このCaを添加することによって焼結性が向上し、密度が高くなって残留磁束密度(B<sub>r</sub>)が増大すると共に保磁力(B<sub>Hc</sub>, I<sub>Hc</sub>)も増加していく。しかしCaの添加量が多すぎると保磁力

(B<sub>Hc</sub>, I<sub>Hc</sub>)が減少してくるので、添加する場合でも $\delta \leq 0.05$ とした。

さらにまた、この発明による永久磁石材料は、上記式で示される組成の母合金を粉砕・成形・焼結する工程において、前記粉砕前あるいは粉砕後に、前記母合金に対して2~8重量%のNdCo<sub>2</sub>またはNdCo<sub>2</sub>B<sub>2</sub>を単独もしくは複合で添加するようにしているが、これは、上記NdCo<sub>2</sub>またはNdCo<sub>2</sub>B<sub>2</sub>を単独もしくは複合で添加することによって焼結後の密度が高くなり、それにつれて残留磁束密度(B<sub>r</sub>)も大きくなり、保磁力(B<sub>Hc</sub>, I<sub>Hc</sub>)も向上して、最大エネルギー積((BH)<sub>max</sub>)が40(MG・Oe)以上のものが容易に得られるようになるためである。しかし、前記母合金に対する添加量が上記NdCo<sub>2</sub>またはNdCo<sub>2</sub>B<sub>2</sub>の1種または2種の合計で2重量%未満であると上述した効果が小さく、反対に8重量%を超えると非磁性相の形成量が多くなり、磁気特性が劣化するため好ましくない。

#### (実施例1)

Nd<sub>0.16</sub>Fe<sub>0.78</sub>B<sub>0.05</sub>C<sub>0.03</sub>なる組成の合金とNdCo<sub>2</sub>合金とをそれぞれアルゴン雰囲気にて調整したボタソル炉を用いて溶製した。次いで、同じくアルゴン雰囲気中で前記Nd-Fe系溶製母合金インゴットを平均40メッシュ程度に粗粉砕した後、窒素雰囲気中においてジェットミルにて平均粒径3.2μm程度まで微粉砕して母合金粉末を得た。また、NdCo<sub>2</sub>合金塊も同様に平均粒径3.4μm程度まで微粉砕してNdCo<sub>2</sub>粉末を得た。

次に、前記母合金粉末に対して、8重量%のNdCo<sub>2</sub>粉末を加え、得られた混合粉末を約15 KOeの磁場中で約1 tonf/cm<sup>2</sup>の圧力をかけてプレス成形したのち、得られた成形体をアルゴン雰囲気中において1010℃で1時間の条件で焼結し、室温まで急冷した。続いて、得られた焼結体をアルゴン雰囲気中において、750℃×1時間保持→2℃/minで冷却→600℃×2時間保持の条件による時効を行った。

次いで、得られた永久磁石材料の残留磁束密度 ( $B_r$ )、保磁力 ( $B_Hc$ ,  $I_Hc$ )、最大エネルギー積 ( $(BH)_{max}$ ) を調べると共に、密度を調べた。この結果を第1表に示す。

(比較例1)

$Nd_{0.18}Fe_{0.76}B_{0.05}C_{0.03}$ なる組成の合金をアルゴン雰囲気にて調整したボタン溶解炉を用いて溶製した。次いで、同じくアルゴン雰囲気中で前記溶製合金インゴットを平均-40メッシュ程度に粗粉砕した後、窒素雰囲気中においてジェットミルにて平均粒径3.2 $\mu m$ 程度まで微粉砕した。

次に、得られた微粉末を15 KOeの磁場中で約1 tonf/cm<sup>2</sup>の圧力をかけてプレス成形したのち、得られた成形体をアルゴン雰囲気中において1080℃で1時間の条件で焼結し、室温まで急冷した。続いて、得られた焼結体をアルゴン雰囲気中において、750℃×1時間保持→2℃/minで冷却→600℃×2時間保持の条件による焼成を行った。

次いで、得られた永久磁石材料の残留磁束密度 ( $B_r$ )、保磁力 ( $B_Hc$ ,  $I_Hc$ )、最大エネルギー積 ( $(BH)_{max}$ ) を調べると共に、密度を調べた。この結果を同じく第1表に示す。



第 1 表

No.	残留磁束密度 $B_r(G)$	保 磁 力		最大エネルギー積 ( $BH$ ) <sub>max</sub> (MG·Oe)	密 度 $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	特 徴
		$B_Hc$	$I_Hc$			
1	12,850	8,700	11,100	40.3	7.43	焼 成 後
2	12,470	10,100	11,800	38.3	7.38	比 較 例

第1表に示すように、この発明による永久磁石材料No. 1では密度が大きく、残留磁束密度 ( $B_r$ ) および最大エネルギー積 ( $(BH)_{max}$ ) が比較例の永久磁石材料No. 2よりも大きな値を示していることが確かめられた。

(実施例2)

$Nd_{0.15}Tb_{0.01}Fe_{0.73}Co_{0.05}Ti_{0.01}B_{0.01}Si_{0.04}$ なる組成の合金とNdCo<sub>2</sub>B<sub>2</sub>合金とをそれぞれをアルゴン雰囲気にて調整したボタン溶解炉を用いて溶製し、次いで、前記Nd-Fe系母合金に対して4重量%のNdCo<sub>2</sub>B<sub>2</sub>合金を加えた。次いで、同じくアルゴン雰囲気中で前記合金を平均-40メッシュ程度に粗粉砕した後、窒素雰囲気中においてジェットミルにて平均粒径3.1 $\mu m$ 程度まで微粉砕した。

次に、得られた微粉末を約15 KOeの磁場中で約1 tonf/cm<sup>2</sup>の圧力をかけてプレス成形したのち、得られた成形体をアルゴン雰囲気中において1000℃で1時間の条件で焼結し、室温まで急冷した。続いて、得られた焼結体をアルゴン雰

雰囲気において、 $750^{\circ}\text{C} \times 1$ 時間保持 $\rightarrow 2^{\circ}\text{C}/\text{min}$ で冷却 $\rightarrow 600^{\circ}\text{C} \times 1$ 時間保持 $\rightarrow 2^{\circ}\text{C}/\text{min}$ で冷却 $\rightarrow 450^{\circ}\text{C} \times 1$ 時間保持の条件による時効を行った。

次いで、得られた永久磁石材料の残留磁束密度(B<sub>r</sub>)、保磁力(B<sub>H</sub>c, I<sub>H</sub>c)、最大エネルギー積((BH)<sub>max</sub>)を調べると共に、密度を調べた。この結果を第2表に示す。

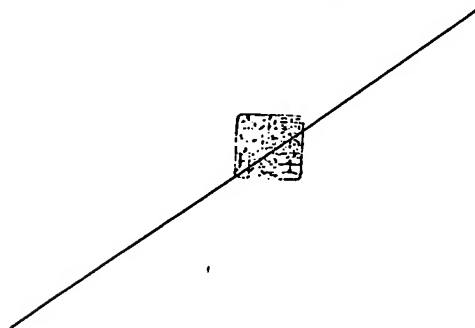
(比較例2)

$\text{Nd}_{0.15}\text{ Tb}_{0.01}\text{ Fe}_{0.73}\text{ Co}_{0.05}\text{ Ti}_{0.01}\text{ B}_{0.01}\text{ Si}_{0.04}$ なる組成の合金と $\text{NdCo}_2\text{ B}_2$ 合金とをそれぞれアルゴン雰囲気調整したボタン溶解炉を用いて溶製し、次いで前記Nd-Fe系母合金に対して9重量%の $\text{Nd}_2\text{ Co}_2\text{ B}_2$ 合金を加えた。次いで、同じくアルゴン雰囲気中で前記合金を平均-40メッシュ程度に粗粉碎した後、窒素雰囲気中においてジェットミルにて平均粒径 $3.1\mu\text{m}$ 程度まで微粉碎した。

次に、得られた微粉末を15K Oeの磁場中で約1 tonf/cm<sup>2</sup>の圧力をかけてプレス成形したの

ち、得られた成形体をアルゴン雰囲気中において $960^{\circ}\text{C}$ で1時間の条件で焼結し、室温まで急冷した。続いて、得られた焼結体をアルゴン雰囲気中において、 $750^{\circ}\text{C} \times 1$ 時間保持 $\rightarrow 2^{\circ}\text{C}/\text{min}$ で冷却 $\rightarrow 600^{\circ}\text{C} \times 1$ 時間保持 $\rightarrow 2^{\circ}\text{C}/\text{min}$ で冷却 $\rightarrow 450^{\circ}\text{C} \times 1$ 時間保持の条件による時効を行った。

次いで、得られた永久磁石材料の残留磁束密度(B<sub>r</sub>)、保磁力(B<sub>H</sub>c, I<sub>H</sub>c)、最大エネルギー積((BH)<sub>max</sub>)を調べると共に、密度を調べた。この結果を同じく第2表に示す。



第2表

No.	保磁力		最大エネルギー積 (BH) <sub>max</sub> (MG·Oe)	密度 ρ(g/cm <sup>3</sup> )	備考
	B <sub>H</sub> c	I <sub>H</sub> c			
3	8,800	11,200	41.2	7.44	実例
4	8,700	8,950	35.8	7.43	比較例
	残留磁束密度 Br(G)				
	13,050				
	12,870				

第2表に示すように、この発明による永久磁石材料No. 3では密度が大きく、残留磁束密度(B<sub>r</sub>)、保磁力(B<sub>H</sub>c, I<sub>H</sub>c)および最大エネルギー積((BH)<sub>max</sub>)が大きな値を示している。これに対して、比較の永久磁石材料No. 4では $\text{NdCo}_2\text{ B}_2$ 添加量が多すぎるため、密度は高いものの磁気特性が劣っていることが確かめられた。

(実施例3)

$\text{Nd}_{0.14}\text{ Tb}_{0.01}\text{ Dy}_{0.01}\text{ Fe}_{0.77}\text{ Zr}_{0.01}\text{ B}_{0.05}\text{ P}_{0.01}$ なる組成の合金と $\text{NdCo}_2$ 合金と $\text{NdCo}_2\text{ B}_2$ 合金をそれぞれアルゴン雰囲気調整したボタン溶解炉を用いて溶製し、次いで前記Nd-Fe系母合金に対して1重量%の $\text{NdCo}_2$ 合金と1重量%の $\text{NdCo}_2\text{ B}_2$ 合金とを加えた。次いで、同じくアルゴン雰囲気中で前記合金を平均-40メッシュ程度に粗粉碎した後、窒素雰囲気中においてジェットミルにて平均粒径 $3.2\mu\text{m}$ 程度まで微粉碎した。

次に、得られた微粉末を約15K Oeの磁場中

で約  $1 \text{ tonf/cm}^2$  の圧力をかけてプレス成形したのち、得られた成形体をアルゴン雰囲気中において  $1030^\circ\text{C}$  で1時間の条件で焼結を行い、その後  $30^\circ\text{C/min}$  の冷却速度で室温まで急冷した。続いて、得られた焼結体をアルゴン雰囲気中において、 $750^\circ\text{C} \times 1$  時間保持  $\rightarrow 2^\circ\text{C/min}$  で冷却  $\rightarrow 600^\circ\text{C} \times 1$  時間保持  $\rightarrow 2^\circ\text{C/min}$  で冷却  $\rightarrow 450^\circ\text{C} \times 1$  時間保持の条件による時効を行った。

次いで、得られた永久磁石材料の残留磁束密度 ( $B_r$ )、保磁力 ( $B_{Hc}$ ,  $I_{Hc}$ )、最大エネルギー積 ( $(BH)_{\max}$ ) を調べると共に、密度を調べた。この結果を第3表に示す。

(比較例3)

$\text{Nd}_{0.14}\text{ Tb}_{0.01}\text{ Dy}_{0.01}\text{ Fe}_{0.77}\text{ Zr}_{0.01}\text{ B}_{0.05}\text{ P}_{0.01}$  なる組成の合金と  $\text{NdCo}_2$  合金と  $\text{NdCo}_2\text{ B}_2$  合金をそれぞれアルゴン雰囲気中に調整したポタン溶解炉を用いて溶製し、次いで前記  $\text{Nd-Fe}$  系母合金に対して0.5重量%の  $\text{NdCo}_2$  合金と0.5重量%の  $\text{NdCo}_2\text{ B}_2$

合金とを加えた。次いで、同じくアルゴン雰囲気中で前記合金を平均40メッシュ程度に粗粉砕した後、真空雰囲気中においてジェットミルにて平均粒径  $3.2 \mu\text{m}$  程度まで微粉砕した。

次に、得られた微粉末を約  $15 \text{ KOe}$  の磁場で約  $1 \text{ tonf/cm}^2$  の圧力をかけてプレス成形したのち、得られた成形体をアルゴン雰囲気中において  $1050^\circ\text{C}$  で1時間の条件で焼結を行い、その後  $30^\circ\text{C/min}$  の冷却速度で室温まで急冷した。続いて、得られた焼結体をアルゴン雰囲気中において、 $750^\circ\text{C} \times 1$  時間保持  $\rightarrow 2^\circ\text{C/min}$  で冷却  $\rightarrow 600^\circ\text{C} \times 1$  時間保持  $\rightarrow 2^\circ\text{C/min}$  で冷却  $\rightarrow 450^\circ\text{C} \times 1$  時間保持の条件による時効を行った。

次いで、得られた永久磁石材料の残留磁束密度 ( $B_r$ )、保磁力 ( $B_{Hc}$ ,  $I_{Hc}$ )、最大エネルギー積 ( $(BH)_{\max}$ ) を調べると共に、密度を調べた。この結果を同じく第3表に示す。

第 3 表

No.	残留磁束密度 $B_r(\text{G})$	保 磁 力		最大エネルギー積 $(BH)_{\max}(\text{MG} \cdot \text{Oe})$	密 度 $\rho(\text{g/cm}^3)$	備 考
		$B_{Hc}$	$I_{Hc}$			
5	13,100	10,700	12,400	41.7	7.44	実例
6	12,480	10,430	11,800	38.5	7.40	比較例

第3表に示すように、この発明による永久磁石材料No. 5では密度が大きく、残留磁束密度 ( $B_r$ )、保磁力 ( $B_{Hc}$ ,  $I_{Hc}$ ) および最大エネルギー積 ( $(BH)_{\max}$ ) が比較例の永久磁石材料No. 6よりも大きな値を示してことが確かめられた。

(発明の効果)

以上説明してきたように、この発明の第1発明による永久磁石材料は、一般式、

$R_{1-\alpha-\beta-\gamma-\delta}\text{Fe}_\alpha\text{X}_\beta\text{Z}_\gamma\text{Ca}_\delta$  で表わされ、Rが希土類元素の1種または2種以上、XがTi, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, Wの1種または2種以上、ZがB, C, N, Si, Pの1種または2種以上であり、

$$0.80 \leq \alpha \leq 0.85,$$

$$0 \leq \beta \leq 0.10,$$

$$0 \leq \gamma < 0.15,$$

$$0 \leq \delta \leq 0.05,$$

なる組成の母合金を粉砕・成形・焼結する工程に

において、前記粉碎前あるいは粉碎後に、前記母合金に対して2〜8重量%のNdCo<sub>2</sub>またはNdCo<sub>2</sub>B<sub>2</sub>を単独もしくは複合で添加したものであり、また、この発明の第2発明による永久磁石材料は、一般式、

$R_{1-\alpha-\beta-\gamma-\delta}(Fe_{1-\epsilon}M_{\epsilon})_{\alpha}X_{\beta}Z_{\gamma}Ca_{\delta}$ で表わされ、Rが希土類元素の1種または2種以上、MがCo、Ni、Mnの1種または2種以上、XがTi、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Cr、Mo、Wの1種または2種以上、ZがB、C、N、Si、Pの1種または2種以上であり、

$0.60 \leq \alpha \leq 0.85$ 、

$0 \leq \beta \leq 0.10$ 、

$0 \leq \gamma < 0.15$ 、

$0 \leq \delta \leq 0.05$ 、

$0.01 \leq \epsilon \leq 0.15$ 、

なる組成の母合金を粉碎・成形・焼結する工程において、前記粉碎前あるいは粉碎後に、前記母合金に対して2〜8重量%のNdCo<sub>2</sub>またはNd

Co<sub>2</sub>B<sub>2</sub>を単独もしくは複合で添加したものであるから、焼結後の密度が大であって、残留磁束密度(B<sub>r</sub>)、保磁力(B<sub>Hc</sub>、J<sub>Hc</sub>)および最大エネルギー積((BH)<sub>max</sub>)が大きな値を示すものであり、家庭電化製品、音響製品、時計部品、自動車部品、精密機器等々の小型軽量化および高性能化を永久磁石の面から実現することが可能であるという非常に優れた効果をもたらすものである。

特許出願人 大同特殊鋼 株式会社

代理人弁理士 小 堀 豊